●۱- میکرومتر (μm) اغلب میکرون نامیده می‌شود. (الف) ۱/۰km چند میکرون است؟ (ب) چه کسری از یک سانتی‌متر برابر با ۱/۰μm است؟ (پ) ۱/۰yd چند میکرون است؟

حل: (الف) $۱m = ۱\times ۱۰^{۶}\ \mu m$ $۱km = ۱\times ۱۰^{۳}\ m$

لذا $۱km = ۱۰^{۹}\ \mu m$

(ب) $۱cm = ۱۰^{-۲}\ m$ لذا

$$۱cm = ۱۰^{۴}\ \mu m$$

لذا هر $۱۰^{-۴}$ سانتیمتر برابر ۱ میکرون است. **خط دید قسمت بالای خورشیدئ**

(پ) $۱ft = ۰/۳۰۴۸m$ ، $۱yd = ۳ft$ و

در نتیجه داریم $۱yd = ۳(۰/۳۰۴۸m) = ۰/۹۱۴۴m$

$$۱yd = ۹/۱۴\times ۱۰^{۵}\ \mu m$$

●۲- فاصله‌گذاری در این کتاب معمولاً برحسب یکاهای پوینت[1] و پیکا[2] انجام می‌گیرد که $۱۲point = ۱pica$ و $۶pica = ۱inch$. اگر در برآورد جای شکلی ۰/۸۰cm اشتباه شود، این مقدار برحسب (الف) پیکا و (ب) پوینت چقدر است؟

حل:

$$۱inch = ۶pica = ۶(۱۲points) = ۷۲points$$

$$۱cm = ۰/۳۹۴inch = ۰/۳۹۴(۶\ picas) = ۲/۳۶۴\ picas$$

و

$$۱cm = ۰/۳۹۴(۷۲\ points) = ۲۸/۳۶۸\ points$$

(الف)

$$\Delta x = ۰/۸cm = ۰/۸(۲/۳۶۴\ picas) = ۱/۸۹\ picas$$

(ب)

$$\Delta x = ۰/۸cm = ۰/۸(۲۸/۳۶۸\ points) = ۲۲/۶۹\ points$$

●۳- در چمنزاری در انگلیس اسبها در مسابقه‌ای به مسافت ۴/۰ فرلانگ[3] شرکت کرده‌اند. مسافت مورد نظر برحسب (الف) راد[4] و (ب) چین[5] چقدر است؟ ($۱furlong = ۲۰۱/۱۶۸m$ ، $۱rod = ۵/۰۲۹۲m$ و $۱\ chain = ۲۰/۱۱۷m$) www SSM

حل: (الف)

$$x = ۴/۰\ furlong = \frac{(۴/۰\ furlong)(۲۰۱/۱۶۸\ m/furlong)}{(۵/۰۲۹۲\ m/rod)}$$

$$= ۱۶۰\ rod$$

(ب)

$$x = ۴/۰\ furlong = \frac{(۴/۰\ furlong)(۲۰۱/۱۶۸\ m/furlong)}{(۲/۱۱۷\ m/chain)}$$

$$= ۴۰\ chain$$

●۴- گری[6] یک مقیاس قدیمی انگلیسی برای طول است که به صورت $\frac{۱}{۱۰}$ یک لاین[7] و لاین مقیاس قدیمی دیگر انگلیسی طول است که به صورت $\frac{۱}{۱۲}$ اینچ تعریف شده است. مقیاس متعارف طول در حرفهٔ چاپ پوینت است که به صورت $\frac{۱}{۷۲}$ اینچ تعریف شده است. مساحت $۰/۵۰gry^{۲}$ برحسب مربع پوینت ($point^{۲}$) چقدر است؟

حل: $۱line = \frac{۱}{۱۲}inch$ $۱gry = \frac{۱}{۱۰}line$

$$۱gry = \frac{۱}{۱۲۰}inch$$

ولی داریم $۱inch = ۷۲point$ لذا

$$۱gry = \frac{۱}{۱۲۰}(۷۲\ point) = ۰/۶\ point$$

$$۰/۵\ gry^{۲} = (۰/۵)(۰/۶\ point)^{۲} = ۰/۱۸\ point^{۲}$$

●۵- زمین کره‌ای به شعاع تقریبی $۶/۳۷\times ۱۰^{۶}\ m$ است. (الف) پیرامون آن برحسب کیلومتر چقدر است؟ (ب) مساحت آن برحسب کیلومتر مربع چقدر است؟ (پ) حجم آن برحسب کیلومتر مکعب چقدر است؟ SSM

حل: (الف)

محیط کرهٔ زمین $= ۲\pi R = (۲)(۳/۱۴)(۶/۳۷\times ۱۰^{۳}\ km)$

$$= ۴\times ۱۰^{۴}\ km$$

(ب)

مساحت کرهٔ زمین $= ۴\pi R^{۲} = (۴)(۳/۱۴)(۶/۳۷\times ۱۰^{۳}\ km)^{۲}$

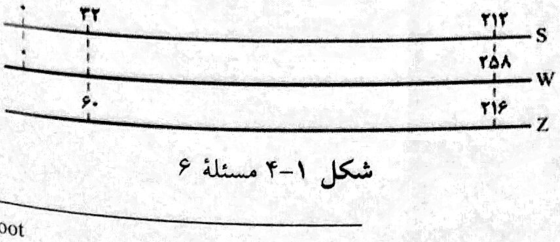
$$= ۵/۱\times ۱۰^{۸}\ km^{۲}$$

(پ)

حجم کرهٔ زمین $= \frac{۴}{۳}\pi R^{۳} = \left(\frac{۴}{۳}\right)(۳/۱۴)(۶/۳۷\times ۱۰^{۳}\ km)^{۳}$

$$= ۱/۰۸\times ۱۰^{۱۲}\ km^{۳}$$

●●۶- طول پل هاروارد روی رودخانه چارلز که دانشگاه MIT و ساختمان‌های وابسته‌اش را به هم وصل می‌کند برابر با ۳۶۴/۴ اسموت[8] به علاوهٔ یک گوش[9] است. یکای اسموت مبتنی بر قد الیورید اسموت دانشجوی سال ۱۹۶۲ است که طول پل را با قد خود در راستای پل توسط دوستان خود در آلفاچی لاندا نشانه‌گذاری کرد. این نشانه‌گذاریها در سال دوبار رنگ می‌شد و معمولاً در هنگام بند آمدن ترافیک انجام می‌شد تا پلیس نتواند به آسانی مانع کار شود. (شاید چون اسموت یکای اصلی SI نیست پلیس از آن ناخوشنود بود ولی حالا به نظر می‌رسد که این یکا پذیرفته شده است.) شکل ۱-۴ سه مسیر موازی را نشان می‌دهد که برحسب اسموت (S)، ویلی[10] (W) و زلدا[11] (Z) اندازه‌گیری شده‌اند. طول ۵۰/۰ اسموت چند (الف) ویلی و (ب) چند زلدا است؟



شکل ۱-۴ مسئلهٔ ۶

1. Point
2. Pica
3. Furlong
4. rod
5. chain
6. gry
7. line
8. Smoot
9. Ear
10. Willis
11. Zeldas

حل: با توجه به شکل صفرهای اسموت و ویلی بر هم منطبق هستند لذا $۲۱۲s = ۲۵۸W$ در نتیجه $۱S = \frac{۲۵۸}{۲۱۲}W = ۱/۲۱۷\,W$

(الف) $۵۰/۰s = (۵۰/۰s)(۱/۲۱۷\,W/S) = ۶۰/۸\,W$

(ب) مجدداً با توجه به شکل که اینبار صفرها بر هم منطبق نیستند داریم

$$(۲۱۲-۳۲)S = (۲۱۶-۶۰)Z \Rightarrow S = ۰/۸۶۷Z$$
$$۵۰/۰S = (۵۰/۰S)(۰/۸۶۷\,Z/S) = ۴۳/۳۵\,Z$$

●●۷- جنوبگان ناحیه‌ای تقریباً نیمدایره‌ای به شعاع ۲۰۰۰km است (شکل ۱-۵). ضخامت میانگین یخ روی آن ۳۰۰۰m است. جنوبگان چند سانتی‌متر مکعب یخ دارد؟ (از خمیدگی زمین چشمپوشی کنید.)

شکل ۱-۵ مسئلهٔ ۷

حل:
$$\text{حجم یخ} = \frac{۱}{۲}(\text{حجم قرص}) = \frac{۱}{۲}(\pi R^{۲}h)$$
$$R = ۲۰۰۰\,km = ۲\times۱۰^{۶}\,m = ۲\times۱۰^{۸}\,cm$$
$$h = ۳۰۰۰\,m = ۳\times۱۰^{۵}\,cm$$
$$\text{حجم یخ} = \left(\frac{۱}{۲}\right)(۳/۱۴)(۲\times۱۰^{۸})^{۲}(۳\times۱۰^{۵}\,cm) = ۱/۸۸\times۱۰^{۲۲}\,cm^{۳}$$

●●۸- یکاها و اندازه‌های متعارف را به آسانی می‌توانید به طور الکترونیکی اندازه‌گیری کنید، اما هنوز هم باید از یک جدول تبدیل مانند ت استفاده کنید. جدول ۱-۶ بخشی از یک جدول تبدیل یک دستگاه اندازه‌های حجم است که زمانی در اسپانیا متداول بوده است؛ حجم ۱ fanega معادل با $۵۵/۵۰۱dm^{۳}$ (دسی متر مکعب) است. برای تکمیل جدول در (الف) ستون cahiz، (ب) ستون fanega، (پ) ستون cuartilla، **(ت)** ستون almude ، به ترتیب از قسمت خالی به بالا چه عددی (با سه رقم با معنی) باید نوشته شود؟ ۷/۰۰almudes را برحسب (ث) medio، (ج) cahize و (چ) سانتی متر مکعب ($cm^{۳}$) بنویسید.

جدول ۱-۶

مسئلهٔ ۶

	cahiz	fanega	cuartilla	almude	medio
۱cahiz=	۱	۱۲	۴۸	۱۴۴	۲۸۸
۱fanega=		۱	۴	۱۲	۲۴
۱cuartilla=			۱	۳	۶
۱almude=				۱	۲
۱medio=					۱

حل: با تکمیل جدول در واقع پاسخ قسمت‌های (الف)، (ب)، (پ) و (ت) به صورت زیر است.

	cahiz	fanege	cuarilla	almude	Medio
۱ cahiz	۱	۱۲	۴۸	۱۴۴	۲۸۸
۱ fanege	$۸/۳۳\times۱۰^{-۲}$	۱	۴	۱۲	۲۴
۱ cuarilla	$۲/۰۸\times۱۰^{-۲}$	$۲/۵۰\times۱۰^{-۱}$	۱	۳	۶
۱ almude	$۶/۹۴\times۱۰^{-۳}$	$۸/۳۳\times۱۰^{-۲}$	$۳/۳۳\times۱۰^{-۱}$	۱	۲
۱ medio	$۳/۴۷\times۱۰^{-۳}$	$۴/۱۷\times۱۰^{-۲}$	$۱/۶۷\times۱۰^{-۱}$	۵×۱۰^{-۱}	۱

(ث)
$$(۷/۰۰)\text{almude} = (۷/۰۰)(۲\,\text{medios}) = ۱۴/۰\,\text{medios}$$

(ج)
$$(۷/۰۰)\text{almude} = (۷/۰۰)(۶/۹۴\times۱۰^{-۳}\,\text{cahiz}) = ۴/۸۶\,\text{cahiz}$$

(چ)
$$(۷/۰۰)\text{almude} = (۷/۰۰)(۸/۳۳\times۱۰^{-۲}\,\text{fanega})$$
$$= (۷/۰۰)(۸/۳۳\times۱۰^{-۲})(۵۵/۵۰۱\times۱۰^{۳}\,cm^{۳})$$
$$= ۳/۲۴\times۱۰^{۴}\,cm^{۳}$$

●●۹- مهندسان هیدرولیک در امریکا اغلب یکایی از حجم آب به نام اکر- فوت[1] را به کار می‌برند و این حجمی از آب است که یک اکر از زمین به عمق 1ft را می‌پوشاند. در توفان شدیدی ۲/۰in باران در ۳۰min بر شهری به مساحت $۲۶km^{۲}$ فرو می‌ریزد. چه حجمی از آب برحسب اکر- فوت به این شهر می‌بارد؟ **ILW**

حل:
$$۱acre\cdot ft = (۴۳۵۶۰ft^{۲})\cdot ft = ۴۳۵۶۰ft^{۳}$$

ضمناً داریم $۱in = ۰/۰۸۳\,ft$ لذا $h = ۲in = ۱/۶۶ft$ و می‌توان نوشت

$$V = Ah = (۲۶km^{۲})(۳۲۸۱ft/km)^{۲}(۱/۶۶ft)$$
$$= ۴/۶۶\times۱۰^{۷}\,ft^{۳}$$
$$V = \frac{۴/۶۶\times۱۰^{۷}\,ft^{۳}}{۴۳۵۶۰ft^{۳}/acre\cdot ft} = ۱/۱\times۱۰^{۳}\,acre\cdot ft$$

●۱۰- *Hesperoyucca* گیاهی است با رشد سریع که در ۱۴ روز ۳/۷ m رشد می‌کند. آهنگ رشد آن برحسب میکرون بر ثانیه چقدر است؟

حل:
$$\text{آهنگ رشد} = \frac{۳/۷m}{۱۴day} = \frac{۳/۷\times۱۰^{۶}\,\mu m}{۱۴\times۸۶۴۰۰s} = ۳/۱\,\mu m/s$$

●۱۱- فورت نایت[2] یک مقیاس انگلیسی جالب برای زمان است که برابر با ۲/۰ هفته است (این کلمه مخفف fourteen nights است). این مقدار زمان خوبی برای یک مصاحبت دلپذیر ولی توالی ناخوشایندی از میکروثانیه‌ها برای یک مصاحبت ناخوشایند است. یک فورت نایت چند میکروثانیه است؟

حل:
$$\text{فورت نایت} = ۲\,\text{هفته} = ۲\times۷\times۲۴\times۳۶۰۰\times۱۰^{۶} = ۱/۲۱\times۱۰^{۱۲}\,\mu s$$

1. Acre-foot
2. forthnight

$t_B = -۲۴۴/۵\text{s}$ $\qquad \dfrac{(۲۵ - t_B)}{۹۲ - ۱۵} = ۳/۵$

۱۶●- تا سال ۱۸۸۳/۱۲۶۲، در امریکا هر شهر و شهرستانی یک ساعت محلی برای خود داشتند. امروزه مسافران ساعتهای خود را فقط هنگامی که تغییر زمان ۱/۰ h باشد تنظیم می‌کنند. به طور میانگین، چند درجه طول جغرافیایی باید مسافرت کنید تا تغییر زمان به اندازهٔ ۱/۰ h شود؟ (*راهنمایی*: در تقریباً ۲۴ h زمین °۳۶۰ می‌چرخد.)

حل: تغییر طول جغرافیایی °۳۶۰ متناظر تغییر زمانی ۲۴ ساعت است، لذا تغییر طول جغرافیایی برای یک ساعت برابر است با °۱۵ = ۲۴/°۳۶۰ .

۱۷●- پنج ساعت در آزمایشگاه مورد آزمون قرار گرفته‌اند. در روزهای متوالی یک هفته، درست هنگامی که علامت زمانی صادر شده از ایستگاه زمانی WWW ظهر را اعلام می‌کند، این ساعتها عددهای جدول را نشان می‌دهند. ساعتها را به ترتیب مقدار نسبی دقت آنها در زمان‌سنجی بنویسید. دلیل انتخاب خود را توجیه کنید. **SSM**

ساعت	یکشنبه	دوشنبه	سه‌شنبه	چهارشنبه	پنج‌شنبه	جمعه	شنبه
الف	۱۲:۳۶:۴۰	۱۲:۳۶:۵۶	۱۲:۳۷:۱۲	۱۲:۳۷:۲۷	۱۲:۳۷:۴۴	۱۲:۳۷:۵۹	۱۲:۳۸:۱۴
ب	۱۱:۵۹:۵۹	۱۲:۰۰:۰۲	۱۱:۵۹:۵۷	۱۲:۰۰:۰۷	۱۲:۰۰:۰۲	۱۱:۵۹:۵۶	۱۲:۰۰:۰۳
پ	۱۵:۵۰:۴۵	۱۵:۵۱:۴۳	۱۵:۵۲:۴۱	۱۵:۵۳:۳۹	۱۵:۵۴:۳۷	۱۵:۵۵:۳۵	۱۵:۵۶:۳۳
ت	۱۲:۰۳:۵۹	۱۲:۰۲:۵۲	۱۲:۰۱:۴۵	۱۲:۰۰:۳۸	۱۱:۵۹:۳۱	۱۱:۵۸:۲۴	۱۱:۵۷:۱۷
ث	۱۲:۰۳:۵۹	۱۲:۰۲:۴۹	۱۲:۰۱:۵۴	۱۲:۰۱:۵۲	۱۲:۰۱:۳۲	۱۲:۰۱:۲۲	۱۲:۰۱:۱۲

حل: برای مرتب کردن ساعت‌ها سراغ ساعتی می‌رویم که همواره مقدار معینی جلو یا عقب بیافتد. در اینصورت به راحتی می‌توان تصحیح کرد. پس از بررسی جدول می‌بینیم که:

ساعت (الف) به ترتیب ۱۶ ثانیه، ۱۶ ثانیه، ۱۵ ثانیه، ۱۷ ثانیه، ۱۵ ثانیه و ۱۵ ثانیه جلو می‌افتد.

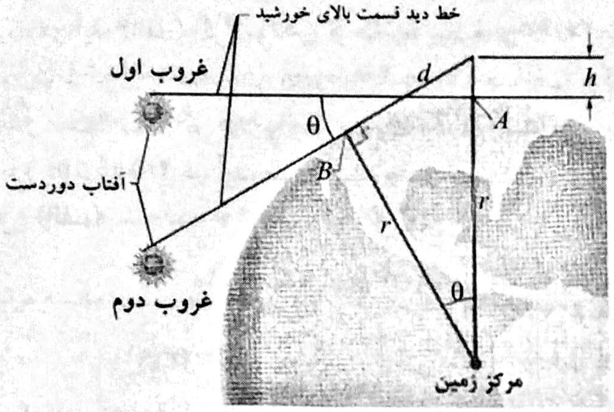
ساعت (ب) به ترتیب ۳ ثانیه جلو، ۵ ثانیه عقب، ۱۰ ثانیه جلو، ۵ ثانیه عقب، ۶ ثانیه عقب و ۷ ثانیه جلو می‌افتد.

ساعت (پ) هر روز ۵۸ ثانیه جلو می‌افتد.

ساعت (ت) هر روز ۶۷ ثانیه عقب می‌افتد.

ساعت (ث) به ترتیب ۷۰ ثانیه عقب، ۵۵ ثانیه عقب، ۲ ثانیه عقب، ۲۰ ثانیه عقب، ۱۰ ثانیه عقب و ۱۰ ثانیه عقب می‌افتد.

بنابراین دیده می‌شود که ساعت‌های (پ) و (ت) بهترین ساعت‌ها برای تصحیح هستند و از بین این دو ساعت، ساعت (پ) را می‌توان بهتر تصحیح کرد چون خطای آن کمتر است. از بین سایر ساعت‌ها، برای تصحیح ساعت (الف) تغییرات زمان در بازه ۱۵ تا ۱۷ ثانیه است و برای ساعت (ب) از ۵- تا ۱۰ ثانیه و برای ساعت (ث) از ۷۰- تا ۲- ثانیه است. بنابراین برای این ساعتها ابتدا ساعت (الف)، پس از آن ساعت (ب) و در آخر ساعت (ث) برای تصحیح مناسب هستند. در نتیجه مرتبه‌بندی ساعت‌ها از نظر دقت چنین است: (پ)، (ت)، (الف)، (ب) و (ث).



۱۸●●- چون چرخش زمین به تدریج آهسته می‌شود، طول روزها افزایش می‌یابد. آخرین روز یک قرن به اندازهٔ ۱/۰ ms طولانیتر از اولین روز آن قرن است. در مدت ۲۰ قرن مقدار افزایش زمانی روز چقدر است؟

حل: آخرین روز یک قرن به اندازه ۱×۱۰^{-۳} s طولانیتر از اولین روز آن قرن است لذا پس از ۲۰ قرن این افزایش زمان ۰/۰۲s خواهد بود و چون افزایش یکنواخت است پس مقدار میانگین افزایش در روز برابر است با ۰/۰۱s = ۲/(۰/۰۲s + ۰) و افزایش کلی زمان برابر است با

$$t = (۰/۰۱\text{s/day})(۳۶۵/۲۵\text{day/y})(۲۰۰۰\text{ y}) = ۷۳۰۵\text{s} = ۲/۱\text{h}$$

۱۹●●●- فرض کنید در حالی که بر نیمکتی در نزدیکی استوا تکیه داده‌اید غروب آفتاب را روی یک اقیانوس بی‌حرکت تماشا می‌کنید، و درست در لحظه‌ای که قسمت بالای خورشید محو می‌شود زمان‌سنجی را به کار می‌اندازید. سپس می‌ایستید و بر اثر این کار چشمان شما به اندازهٔ $H = ۱/۷۰\text{ m}$ بالا می‌آید و هنگامی که قسمت بالای خورشید دوباره محو می‌شود، زمان‌سنج را متوقف می‌کنید. اگر زمان سپری شده $t = ۱۱/۱\text{ s}$ باشد، r شعاع زمین چقدر است؟

حل:

$$d^۲ + r^۲ = (r+H)^۲ = r^۲ + ۲rH + H^۲$$

$$d^۲ = ۲rH$$

که از $H^۲$ بعلت کوچکی نسبت به چشم‌پوشی شده است.

زمان تناوب دوران زمین به دور خورشید برابر است با

$$T = ۲۴h = ۸۶۴۰۰\text{s}$$

$$\omega = \frac{۲\pi}{T} = ۷/۲۷\times۱۰^{-۵}\text{ rad/s}$$

$$\theta = \omega\Delta t = (۷/۲۷\times۱۰^{-۵})(۱۱/۱) = ۸/۰۷\text{rad}$$

و داریم $\theta = ۰/۰۴۶°$. از روی شکل

$$d = r\tan\theta$$

و با توجه به رابطهٔ $d^۲ = ۲rH$ خواهیم داشت

$$r = \frac{۲H}{\tan^۲\theta} = \frac{۲(۱/۷۰\text{m})}{\tan^۲(۰/۰۴۶)} = ۵/۲۷\times۱۰^۶\text{ m}$$

$= ۲۸۱/۸\ \text{day}$

۲۰•- طلا که چگالی آن $۱۹/۳۲\,g/cm^{۳}$ است فلزی است بسیار شکل‌پذیر و می‌تواند به صورت یک برگهٔ نازک یا یک رشتهٔ نازک در آید. (الف) اگر نمونه‌ای از طلا به جرم $۲۷/۶۳\,g$ به صورت برگه‌ای با ضخامت $۱/۰۰۰\,\mu m$ در آید، مساحت برگه چقدر است؟ (ب) اگر طلا به صورت یک رشتهٔ استوانه‌ای به شعاع $۲/۵۰۰\,\mu m$ در آید، طول رشته چقدر است؟

حل: (الف)

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{۲۷/۶۳}{۱۹/۳۲} = ۱/۴۳\,cm^{۳} = ۱/۴۳\times۱۰^{-۶}\ m^{۳}$$

$$V = Ad \Rightarrow A = \frac{V}{d} = \frac{۱/۴۳\times۱۰^{-۶}\ m^{۳}}{۱\times۱۰^{-۶}\ m} = ۱/۴۳\ m^{۲}$$

(ب)

$$V = \pi R^{۲} l \Rightarrow l = \frac{V}{\pi R^{۲}} = \frac{۱/۴۳\times۱۰^{-۶}\ m^{۳}}{(۳/۱۴)(۲/۵۰\times۱۰^{-۶})^{۲}}$$

$$l = ۷/۲۸۴\times۱۰^{۴}\ m$$

۲۱•- (الف) با فرض اینکه چگالی آب دقیقاً $۱\,g/cm^{۳}$ است، جرم یک متر مکعب آب را برحسب کیلوگرم پیدا کنید. (ب) فرض کنید که خروج $۵۷۰۰\,m^{۳}$ آب از مخزنی $۱۰/۰\,h$ طول می‌کشد «آهنگ شارش جرم» آب از مخزن برحسب کیلوگرم بر ثانیه چقدر است؟ **SSM**

حل: (الف)

$$\rho = ۱\ g/cm^{۳} = \frac{۱۰^{-۳}\ kg}{۱۰^{-۶}\ m^{۳}} = ۱۰^{۳}\ kg/m^{۳}$$

$$m = \rho V = ۱۰^{۳}\ kg$$

(ب)

$$M = \rho V = (۱۰^{۳}\ kg/m^{۳})(۵۷۰۰\,m^{۳}) = ۵/۷۰\times۱۰^{۶}\ kg$$

$$\text{آهنگ شارش جرم} = \frac{M}{t} = \frac{۵/۷۰\times۱۰^{۶}\ kg}{(۱۰\,h)(۳۶۰۰\,s/h)} = ۱۵۸\,kg/s$$

۲۲•- رکورد ساختن بزرگترین بطری شیشه‌ای در سال ۱۹۹۲/۱۳۷۱ توسط گروهی در میلویل نیوجرسی با دمیدن بطری به حجم ۱۹۳ گالن امریکا ایجاد شد. (الف) این رکورد چقدر از ۱/۰ میلیون سانتی‌متر مکعب کمتر است؟ (ب) اگر این بطری با آهنگ $۱/۸\,g/min$ به آرامی پر شود، عمل پر شدن چقدر طول می‌کشد؟ چگالی آب $۱۰۰۰\,kg/m^{۳}$ است. GO

حل: (الف) داریم $۱\,gal = ۳۷۸۵/۲۱\,cm^{۳}$ در نتیجه خواهیم داشت

$$۱۹۳\,gal = (۱۹۳)(۳۷۸۵/۲۱) = ۷/۳۱\times۱۰^{۵}\ cm^{۳}$$

لذا

$$\Delta V = ۱\times۱۰^{۶} - ۷/۳۱\times۱۰^{۵} = ۲/۶۹\times۱۰^{۵}\ cm^{۳}$$

(ب) جرم هر متر مکعب آب $۱۰۰۰\,kg$ است، در نتیجه جرم آب بطری $۷۳۱\,kg$ است و چون در هر دقیقه $۱/۸\,g$ آب وارد بطری می‌شود پس در مدت زمان زیر بطری پر می‌شود.

$$t = \frac{۷۳۱\ kg}{۱/۸\times۱۰^{-۳}\ kg/min} = ۴/۰۶\times۱۰^{۵}\ min$$

۲۳•- جرم زمین $۵/۹۸\times۱۰^{۲۴}\ kg$ است. میانگین جرم اتمهایی که زمین را تشکیل می‌دهند $۴۰\,u$ است. چند اتم در زمین وجود دارد؟

حل: داریم $۱u = ۱/۶۶\times۱۰^{-۲۷}\ kg$ ، جرم زمین $M_e = ۵/۹۸\times۱۰^{-۲۴}\ kg$ و

$$\text{جرم یک اتم} = ۴۰u = ۴۰\times۱/۶۶\times۱۰^{-۲۷} = ۶/۶۴\times۱۰^{-۲۶}\ kg$$

$$N = \frac{M_e}{m} = \frac{۵/۹۸\times۱۰^{۲۴}}{۶/۶۴\times۱۰^{-۲۶}} = ۹\times۱۰^{۴۹}$$

۲۴••- یک سانتی‌متر مکعب ابر کومولوس نوعی ۵۰ تا ۵۰۰ قطره آب دارد، که شعاع نوعی آنها $۱۰\,\mu m$ است. در این گستره کمترین مقدار و بیشترین مقدار موارد زیر را به دست آورید. (الف) چند متر مکعب آب در ابر کومولوس به صورت استوانه‌ای به ارتفاع $۳/۰\,km$ و شعاع $۱/۰\,km$ وجود دارد؟ (ب) چند بطری یک لیتری با این آب پر می‌شود؟ (پ) چگالی آب $۱۰۰۰\,kg/m^{۳}$ است. جرم آب در این ابر چقدر است؟

حل: (الف) ابتدا حجم استوانه را حساب می‌کنیم

$$V_c = \pi R^{۲} h = (۳/۱۴)(۱\times۱۰^{۳})^{۲}(۳\times۱۰^{۳}) = ۹/۴۲\times۱۰^{۹}\ m^{۳}$$

اما در هر $cm^{۳}$ یا $۱۰^{-۶}\ m^{۳}$ ، تعداد ۵۰ تا ۵۰۰ وجود دارد لذا تعداد الکترون در استوانه برای هر حالت به ترتیب برابر است با

$$n_۱ = \frac{(۵۰)(۹/۴۲\times۱۰^{۹}\ m^{۳})}{۱۰^{-۶}\ m^{۳}} = ۴/۷۱\times۱۰^{۱۷}$$

و $n_۲ = ۴/۱۷\times۱۰^{۱۸}$. در نتیجه حجم مورد نظر با توجه به حجم یک قطرهٔ آب به ترتیب برابر است با

$$V_۱ = n_۱\left(\frac{۴}{۳}\pi R'^{۳}\right) = (۴/۷۱\times۱۰^{۱۷})\left(\frac{۴}{۳}\right)(۳/۱۴)(۱۰\times۱۰^{-۶}\ m)^{۳}$$

$$= ۲\times۱۰^{۳}\ m^{۳}$$

و $V_۲ = ۲\times۱۰^{۴}\ m^{۳}$.

(ب) داریم $۱m^{۳} = ۱۰۰۰\ lit$ لذا تعداد بطری‌ها به ترتیب برابرند با ۲×۱۰^{۶} و ۲×۱۰^{۷} .

(پ) جرم هر متر مکعب آب برابر $۱۰۰۰\,kg$ است لذا

$$m_۱ = (۲\times۱۰^{۳})(۱۰۰۰) = ۲\times۱۰^{۶}\ kg$$

$$m_۲ = ۲\times۱۰^{۷}\ kg$$

یعنی جرم آب بین $m_۱$ تا $m_۲$ خواهد بود.

۲۵•••- چگالی آهن $۷/۸۷\,g/cm^{۳}$ و جرم اتم آن $۹/۲۷\times۱۰^{-۲۶}\ kg$ است. اگر اتمها کروی شکل و تنگ پکیده باشند، (الف) حجم یک اتم آهن و (ب) فاصلهٔ بین مرکزهای دو اتم مجاور چقدر است؟

حل:

$$\rho = (۷/۸۷\,g/cm^{۳})(۱۰^{-۳}\ kg/g)(۱۰^{۶}\ cm^{۳}/m)$$

$$= ۷/۸۷\times۱۰^{۳}\ kg/m^{۳}$$

با توجه به صورت مسئله از فضای بین اتم‌ها صرفنظر می‌کنیم در نتیجه می‌توان نوشت

$$V=\frac{M}{\rho}=\frac{۹/۲۷\times۱۰^{-۲۶}\ \text{kg}}{۷/۸۷\times۱۰^{۳}\ \text{kg/m}^{۳}}=۱/۱۸\times۱۰^{-۲۹}\ \text{m}^{۳}$$

(ب) چون فاصله بین دو مرکز اتم‌های مجاور دو برابر شعاع هر اتم است لذا ابتدا شعاع اتم را به دست می‌آوریم

$$V=\frac{۴}{۳}\pi R^{۳}\Rightarrow ۱/۱۸\times۱۰^{-۲۹}=\frac{۴}{۳}(۳/۱۴)(R)^{۳}$$

$$R=۱/۴۱\times۱۰^{-۱۰}\ \text{m}$$

در نتیجه فاصله بین مرکزهای دو اتم مجاور برابر است با

$$d=۲R=۲/۸۲\times۱۰^{-۱۰}\ \text{m}$$

۲۶●●- یک مول اتم شامل $۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$ اتم است. با نزدیکترین مرتبهٔ بزرگی چند مول اتم در یک گربهٔ خانگی بزرگ وجود دارد؟ جرم یک اتم هیدروژن، یک اتم اکسیژن و یک اتم کربن به ترتیب ۱/۰u، ۱۶u و ۱۲u است. (*راهنمایی*: گربه‌ها در گرفتن موش کور (mole) معروف هستند.)

حل: جرم یک گربه معمولی را ۱۰kg فرض می‌کنیم و فرض می‌کنیم تعداد اتم‌های هیدروژن، اکسیژن و کربن در آن با هم برابرند، لذا

$$M=۱۲\text{u}+۱۶\text{u}+۱\text{u}=۲۹\text{u}$$

$$M=۲۹\times۱/۶۶^{-۲۷}=۴/۸۱\times۱۰^{-۲۶}\ \text{kg}$$

$$N=\frac{۱۰\text{kg}}{۴/۸۱\times۱۰^{-۲۶}\ \text{kg}}=۲/۱\times۱۰^{۲۶}$$

در نتیجه تعداد مولی برابر است با

$$n=\frac{N}{N_{۰}}=\frac{۲/۱\times۱۰^{۲۶}}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}}=۳۴۸\ \text{mol}$$

۲۷●●- در گردشی در مالزی گاوی به وزن ۲۸/۹ پیکول[1] برحسب یکای محلی وزن خریداری می‌شود، ۱۰۰ گین[2]=۱پیکول، ۱۶ تاهیل[3] = ۱ گین، ۱۰ چی[4] = ۱ تاهیل و ۱۰ هون[5] = ۱ چی. وزن ۱ هون معادل با جرم ۰/۳۷۹g است. در هنگام بار زدن گاو در کشتی چه جرمی برحسب کیلوگرم را باید در اظهار نامه اعلام کنید؟ (*راهنمایی*: از تبدیلهای زنجیره‌ای استفاده کنید.)

حل:

$$W=۲۸/۹\,\text{piculs}=(۲۸/۹\,\text{piculs})\left(\frac{۱۰۰\,\text{fin}}{۱\text{picul}}\right)\left(\frac{۱۶\,\text{tahil}}{۱\ \text{gin}}\right)\times\left(\frac{۱۰\,\text{chee}}{۱\text{tahil}}\right)\left(\frac{۱۰\,\text{hoon}}{۱\text{chee}}\right)\left(\frac{۰/۳۷۷۹\,\text{g}}{۱\text{hoon}}\right)\times\left(\frac{۱۰^{-۳}\ \text{kg}}{۱\text{g}}\right)=۱۷۴۷/۴\,\text{kg}$$

1. picul
2. gin
3. tahil
4. chee
5. hoon

۲۸●●- دانه‌های ریز ماسه در ساحل کالیفرنیا کره‌هایی با شعاع میانگین ۵۰μm هستند و از دی اکسید سیلیسیوم ساخته شده‌اند که چگالی آنها ۲۶۰۰kg/m³ است. چه جرمی از دانه‌های ماسه دارای مساحتی برابر با مساحت سطح یک مکعب به ضلع ۱/۰۰m است (مساحت کل همهٔ کره‌های منفرد)؟

حل:

$$\text{مساحت هر دانه ماسه}=۴\pi r^{۲}=۴\pi(۵۰\times۱۰^{-۶}\ \text{m})^{۲}=۳/۱۴\times۱۰^{-۸}\ \text{m}^{۲}$$

با توجه به چگالی سیلیسیوم یا ماسه، جرم هر دانه ماسه برابر است؛

$$m=\rho V=(۳/۱۴\times۱۰^{-۸})\left[\frac{۳}{۴}\pi(۵۰\times۱۰^{-۶})^{۳}\right]=۱/۳۶\times۱۰^{-۹}\ \text{kg}$$

با توجه به اینکه هر مکعب ۶ وجه دارد، مساحت مکعب با ضلع ۱/۰m برابر ۶m² می‌شود در نتیجه تعداد دانه‌های ماسه در این مساحت برابر است با

$$n=\frac{۶}{۳/۱۴\times۱۰^{-۸}}=۱/۱۹\times۱۰^{۸}$$

$$\text{جرم کل}\ M=nm=(۱/۱۹\times۱۰^{۸})(۱/۳۶\times۱۰^{-۹})=۰/۲۶۰\,\text{kg}$$

۲۹●●- در ضمن یک بارش شدید، بخشی از کوهستان ۲/۵km به طور افقی، ۰/۸۰km در راستای شیب و ۲/۰m در عمق شسته شده و لایه‌ای از گل و لای را در دره‌ای به وجود آورده است. فرض کنید توزیع گل و لای در سطحی از دره به مساحت ۰/۴km×۰/۴km یکنواخت بوده و چگالی آن ۱۹۰۰kg/m³ است. جرم گل و لای رسوب کرده در مساحت ۴/۰m² در کف دره چقدر است؟

حل: حجم گل و لای برابر است با

$$V=(۲/۵\times۱۰^{۳}\ \text{m})(۰/۸\times۱۰^{۳}\ \text{m})(۲\text{m})=۴\times۱۰^{۶}\ \text{m}^{۳}$$

این حجم گل و لای وقتی در سطح $A=(۰/۴\times۱۰^{۳})(۰/۴\times۱۰^{۳})=۱/۶\times۱۰^{۵}\ \text{m}^{۲}$ توزیع شود ارتفاع آن برابر است با

$$h=\frac{V}{A}=\frac{۴\times۱۰^{۶}}{۱/۶\times۱۰^{۵}}=۲۵\,\text{m}$$

در نتیجه حجمی از گل و لای که روی سطح ۴m² قرار می‌گیرد برابر است

$$V'=A'h=(۴\,\text{m}^{۲})(۲۵\,\text{m})=۱۰۰\,\text{m}^{۳}$$

و جرم آن برابر است با

$$m=\rho V'=(۱۹۰۰\,\text{kg/m}^{۳})(۱۰۰\,\text{m}^{۳})=۱/۹\times۱۰^{۵}\ \text{kg}$$

۳۰●●- آب داخل مخزنی ریخته می‌شود که دارای نشتی است. جرم m آب برحسب تابعی از زمان t با رابطهٔ $m=۵/۰۰t^{۰/۸}-۳/۰۰t+۲۰/۰۰$ داده شده است، که $t\geq ۰$، m برحسب گرم و t برحسب ثانیه است. (الف) در چه زمانی

جرم آب بیشترین است، و (ب) بیشترین جرم چقدر است؟ آهنگ تغییر جرم در (پ) $t=۲/۰۰\,s$ و (ت) $t=۵/۰۰\,s$ برحسب کیلوگرم بر دقیقه چقدر است؟

حل: (الف)

$$m=۵t^{۰/۸}-۳t+۲$$

$$\frac{dm}{dt}=۰/۸\times ۵t^{-۰/۲}-۳=۰ \qquad t^{-۰/۲}=\frac{۳}{۴} \qquad t^{۰/۲}=\frac{۴}{۳}$$

$$t=۴/۲۱۴\,s$$

(ب)

$$m=۵(۴/۲۱۴)^{۰/۸}-۳(۴/۲۱۴)+۲=۵/۱۶\,g$$

(پ)

$$\frac{dm}{dt}=۰/۸\times ۵t^{۰/۲}-۳\Rightarrow \frac{dm}{dt}=۰/۸\times ۵\times (۲/۰۰)^{۰/۲}-۳$$

$$=۰/۴۸۲\,kg/s$$

(ت)

$$\frac{dm}{dt}=۰/۸\times ۵\times t^{-۰/۲}-۳\Rightarrow \frac{dm}{dt}=۰/۸\times ۵\times (۵/۰۰)^{-۰/۲}-۳$$

$$=-۰/۱۰۱\,kg/s$$

۳۱●●●- یک مخزن عمودی با مساحت قاعدهٔ $۱۴/۰\,cm$ در $۱۷/۰\,cm$ با قطعه‌های یکسان آب‌نبات هر یک با حجم $۵۰/۰\,mm^۳$ و جرم $۰/۰۲۰۰\,g$ پر شده است. فرض کنید که حجم فضای خالی بین آب‌نباتها ناچیز باشد. اگر ارتفاع آب‌نباتها در مخزن با آهنگ $۰/۲۵۰\,cm/s$ افزایش یابد، با چه آهنگی (برحسب کیلوگرم بر دقیقه) جرم آب‌نباتها در مخزن افزایش می‌یابد.

حل: ابتدا چگالی آب نبات را به دست می‌آوریم

$$A=۰/۱۴\times ۰/۱۷=۰/۰۲۳۸\,m^۲=۲/۳۸\times ۱۰^{-۲}\,m^۲$$

$$M=۰/۰۲\times ۱۰^{-۳}\,kg \qquad V=۵۰\times ۱۰^{-۶}$$

$$\rho=\frac{M}{V}=\frac{۰/۰۲\times ۱۰^{-۳}}{۵۰\times ۱۰^{-۶}}=۴\times ۱۰^{-۵}\,kg/m^۳$$

$$dm=\rho dV=\rho A dl\Rightarrow \frac{dm}{dt}=\rho A\frac{dl}{dt}$$

$$=(۴\times ۱۰^{-۵})(۲/۳۸\times ۱۰^{-۲})(۰/۲۵\times ۱۰^{-۲})$$

$$=۲/۳۸\times ۱۰^{-۹}\,kg/s$$

$$\frac{dm}{dt}=۲/۳۸^{-۹}\,kg/s=۱/۴۳\times ۱۰^{-۷}\,kg/min$$

۳۲- در جدول ۱-۷ چند مقیاس قدیمی حجم مایع نشان داده شده است. برای تکمیل جدول، چه عددهایی (با سه رقم با معنی) باید در ستونهای (الف) وی[1]، (ب) چالدرون[2]، (پ) بگ[3]، (ت) پاتل[4]، (ث) گیل[5] با شروع از قسمت خالی بالا نوشته شود؟ (ج) حجم ۱ bag برابر با $۰/۱۰۹۱\,m^۳$ است. اگر بر اساس یک داستان قدیمی جادوگری مقداری مایع ناخوشایندی در یک پاتیل به حجم ۱/۵ چالدرون بریزد، مقدار این حجم برحسب متر مکعب چقدر است؟

جدول ۱-۷

مسئله ۳۲

	وی	چالدرون	بگ	پاتل	گیل
۱ وی =	۱	$\frac{۱۰}{۹}$	$\frac{۴۰}{۳}$	۶۴۰	۱۲۰۲۴۰
۱ چالدرون =					
۱ بگ =					
۱ پاتل =					
۱ گیل =					

حل: (الف) ستون Wey را می‌توان با استفاده از ردیف اول تکمیل کرد.

$$۱chaldron=\frac{۱}{۱۰/۹}Wey=\frac{۹}{۱۰}Wey=۰/۹۰۰\,Wey$$

$$۱bag=\frac{۱}{۴۰/۳}Wey=\frac{۳}{۴۰}Wey=۷/۵۰\times ۱۰^{-۲}\,Wey$$

$$۱pottle=\frac{۱}{۶۴۰}Wey=۱/۵۶\times ۱۰^{-۳}\,Wey$$

(ب) ، (پ) ، (ت) و (ث) بهمین روش سایر ستون‌ها را در جدول تکمیل می‌کنیم

	وی	چالدرون	بگ	پاتل	گیل
۱ وی	۱	$\frac{۱۰}{۹}$	$\frac{۴۰}{۳}$	۶۴۰	۱۲۰۲۴۰
۱ چالدرون	۰/۹۰۰	۱	۱۲	۵۷۶	۱۰۸۲۱۶
۱ بگ	$۷/۵۰\times ۱۰^{-۲}$	۰/۰۸۳۳	۱	۴۸	۲۹۸۳/۶۲۳
۱ پاتل	$۱/۵۶\times ۱۰^{-۳}$	$۱/۷۳۶\times ۱۰^{-۳}$	$۲/۰۸۳\times ۱۰^{-۲}$	۱	۱۸۷/۸۷۵
۱ گیل	$۸/۳۲\times ۱۰^{-۶}$	$۹/۲۴۱\times ۱۰^{-۶}$	$۳/۳۵۲\times ۱۰^{-۴}$	$۵/۳۲۳\times ۱۰^{-۳}$	۱

۳۳- یک شعر قدیمی کودکانهٔ انگلیسی می‌گوید «خانم کوچولو مافت[6]، نشسته رو تافت[7]، کشک و پنیر می‌خوره، عنکبوته می‌بینه، میاد پلوش می‌شینه». عنکبوت نه به خاطر کشک و پنیر او، بلکه به خاطر اینکه مافت مخفیگاهی ۱۱ برابر تافت با حشره‌های خشک شده داشت در کنار او نشست. حجم یک تافت یا، بوشل انگلیسی ۰/۵۰ = پک ۲ = تافت ۱ داده می‌شود، که لیتر ۳۶/۳۶۸۷ = بوشل انگلیسی ۱ است. مخفیگاه مافت برحسب (الف) پِک، (ب) بوشل انگلیسی و (پ) لیتر چقدر است؟

حل: (الف)

$$V=(۱۱\ tufet)\left(\frac{۲peck}{۱\ tufet}\right)=۲۲peck$$

(ب)

$$V=(۱۱tufet)\left(\frac{۰/۵bushel}{۱tufet}\right)=۵/۵bushel$$

---

1. wey
2. chaldron
3. bag
4. pottle
5. gill
6. muffet
7. Tuffet (صندلی)

(پ)

$$V = (۵/۵\ \text{bushel})\left(\frac{۳۶/۳۶۸۷\ \text{lit}}{۱\ \text{bushel}}\right) = ۲۰۰\ \text{lit}$$

۳۴- از یک دستنوشتهٔ قدیمی معلوم می‌شود که مالکی در زمان شاه آرتور ۳/۰۰ آکر زمین قابل شخم به علاوهٔ منطقه‌ای برای دامداری به اندازهٔ ۲۵/۰ پرچ در ۴/۰ پرچ[1] داشته است. مساحت کل آن برحسب (الف) یکای قدیمی رود[2] و (ب) یکای جدید مترمربع چقدر بوده است؟ در اینجا آکر برابر با سطحی با ابعاد ۴۰ پرچ در ۴ پرچ، یک رود سطحی به ابعاد ۴۰ پرچ در ۱ پرچ و یک پرچ برابر با ۱۶/۵ ft است.

حل: مجموع مساحت‌ها برابر است با

$$A = (۳/۰۰\ \text{acres}) + (۲۵/۰\ \text{perchs})(۴/۰\ \text{Perchs})$$

$$= (۳/۰۰\ \text{acers})\left(\frac{(۴۰\ \text{perchs})(۴\ \text{perchs})}{۱\ \text{acre}}\right)$$

$$+ (۲۵/۰\ \text{perchs})(۴/۰\ \text{perchs}) = ۵۸۰\ \text{perchs}^۲$$

$$= ۵۸۰\ \text{perchs}\left(\frac{۱\text{rood}}{۴۰\ \text{perchs}}\right) = ۱۴/۵\ \text{roods}$$

(ب) حال می‌خواهیم پرچ مربع را به مترمربع تبدیل کنیم

$$A = (۵۸۰\ \text{perchs})\left(\frac{۱۶/۵\ \text{ft}}{۱\text{perch}}\right)\left(\frac{۱\text{m}}{۳/۲۸\ \text{ft}}\right) = ۱/۴۷\times۱۰^۴\ \text{m}^۲$$

۳۵- جهانگردی یک اتومبیل از انگلستان می‌خرد و با کشتی به امریکا می‌برد. برچسب اتومبیل نشان می‌دهد که در یک جادهٔ باز مصرف سوخت ۴۰ مایل بر گالن است. این جهانگرد توجه نمی‌کند که گالن انگلیسی و گالن امریکایی تفاوت دارد:

۴/۵۴۵۹۶۳۱ لیتر = ۱ گالن انگلیسی

۳/۷۸۵۳۰۶۰ لیتر = ۱ گالن آمریکایی

در یک سفر ۷۵۰ مایلی (در امریکا) چند گالن سوخت (الف) بر اثر اشتباه جهانگرد نیاز است و (ب) نیاز واقعی اتومبیل چقدر است؟ **SSM**

حل: (الف)

$$\frac{۷۵۰\ \text{mile}}{۴۰\ \text{mile/gal}} = ۱۸/۷۵\ \text{gal}$$

(ب) از تقسیم دو مقدار داده شده برای گالن دیده می‌شود که یک گالن انگلیسی ۱/۲ برابر گالن امریکایی است و مقدار گالن سوخت مصرفی برابر است با

$$(۱/۲)(۱۸/۷۵) = ۲۲/۵\ \text{gal}$$

۳۶- دو نوع یکای بشکه در دههٔ ۱۹۲۰/۱۳۰۰ در امریکا مورد استفاده قرار می‌گرفت. بشکهٔ سیب با یک مقدار قانونی حجم برابر با ۷۰۵۶ اینچ مکعب و بشکهٔ زغال اخته برابر با ۵۸۲۶ اینچ مکعب بود. فروشنده‌ای ۲۰ بشکهٔ زغال اخته از محصولی را به مشتری می‌فروشد که به نظر او بشکهٔ سیب تحویل گرفته است. اختلاف حجم این دو برحسب لیتر چقدر است؟

حل:

زغال اخته $V_۱ = (۲۰)(۵۸۲۶\ \text{in}^۳) = ۱۱۶۵۲\ \text{in}^۳$

سیب $V_۲ = (۲۰)(۷۰۵۶\ \text{in}^۳) = ۱۴۱۱۲\ \text{in}^۳$

اختلاف حجم برابر است

$$\Delta V = (۱۴۱۱۲\ \text{in}^۳ - ۱۱۶۵۲\ \text{in}^۳) = ۲۴۶۰۰\ \text{in}^۳$$

$$= (۲۶۴۰۰\ \text{in}^۳)\left(\frac{۲/۵۴\ \text{cm}^۳}{۱\text{in}}\right)\left(\frac{۱\ \text{lit}}{۱۰۰۰\ \text{cm}^۳}\right) = ۴۰۳/۱\ \text{lit}$$

۳۷- ادعا می‌شود که برای رنگ خانه‌ای $۴۶۰\ \text{ft}^۲/\text{gal}$ رنگ لازم است. (الف) این کمیت را برحسب مترمربع بر لیتر بیان کنید. (ب) این کمیت را برحسب یکای SI بیان کنید (به پیوستهای الف و ت نگاه کنید.) (پ) معکوس کمیت اصلی چیست؟ و (ت) اهمیت فیزیکی آن چیست؟

حل: (الف)

$۱\text{ft} = ۰/۳۰۴۸\text{m}$ و $۱\ \text{gal} = ۲۳۱\ \text{in}^۳$ و $۱\text{in}^۳ = ۱/۶۳۹\times۱۰^{-۲}\ \text{lit}$

در نتیجه $۱\text{gal} = (۲۳۱)(۱/۶۳۹\times۱۰^{-۲}) = ۳/۷۹\text{lit}$ ، لذا داریم

$$۴۶۰\ \frac{\text{ft}^۲}{\text{gal}} = (۴۶۰)\frac{(۰/۳۰۴۸)}{(۳/۷۹)} = ۱۱/۳\ \text{m}^۲/\text{lit}$$

(ب)

$$۱۱/۳\frac{\text{m}^۲}{\text{lit}} = \left(\frac{۱۱/۳\text{m}^۲}{\text{lit}}\right)\left(\frac{۱۰۰۰\text{lit}}{۱\text{m}^۳}\right) = ۱/۱۳\times۱۰^۴\ \text{m}^{-۱}$$

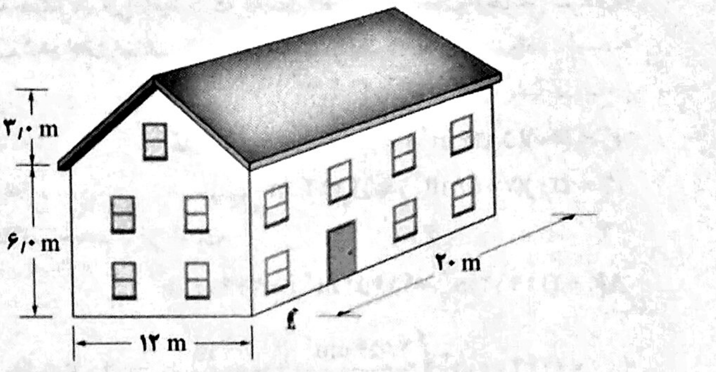
(پ) وارونه کمیت $۴۶۰\text{ft}^۲/\text{gal}$ برابر $۲/۱۷\times۱۰^{-۳}\ \text{gal/ft}^۲$ است.

(ت) این کمیت نشان دهندهٔ حجم رنگ به مساحت ناحیهٔ رنگ خورده است.

۳۸- در امریکا، مقیاس یک خانهٔ عروسکی ۱:۱۲ یک خانهٔ واقعی است (یعنی هر ضلع این خانهٔ $\frac{۱}{۱۲}$ خانهٔ واقعی است) و مقیاس یک خانهٔ خیلی کوچک برای قرار گرفتن در این خانهٔ عروسکی $\frac{۱}{۱۴۴}$ یک خانهٔ واقعی است. فرض کنید طول یک خانهٔ واقعی (شکل ۱-۷) ۲۰m، عرض آن ۱۲ m و ارتفاع آن ۶/۰m و ارتفاع سقف شیبدار آن (ارتفاع مثلث عمودی بالای دیوار) ۳/۰m است. برحسب مترمکعب حجمهای (الف) یک خانهٔ عروسکی و (ب) یک خانهٔ خیلی کوچک، چقدر است؟

---

1. perch
2. rood



شکل ۱-۷ مسئلهٔ ۳۸

حل: حجم خانه از دو قسمت تشکیل شده است یک قسمت مکعب مستطیل و قسمت دیگر فضای زیر شیروانی است که عبارت‌اند از

$$V_۱ = ۱۲\times۶\times۲۰ = ۱۴۴۰\,m^۳$$

$$V_۲ = \frac{۱۲\times۳}{۲}\times۲۰ = ۳۶۰\,m^۳$$

در نتیجه حجم کل خانه برابر است با

$$V = V_۱ + V_۲ = ۱۴۴۰ + ۳۶۰ = ۱۸۰۰\,m^۳$$

با توجه به فرض مسئله، حجم خانهٔ اسباب‌بازی برابر است با

$$V' = \left(\frac{۱}{۱۲}\right)^۳ (۱۸۰۰\,m^۳) = ۱/۰۴۲\,m^۳$$

(ب) حجم خانهٔ کوچک نیز برابر است با

$$V'' = \left(\frac{۱}{۱۴۴}\right)^۳ (۱۸۰۰\,m^۳) = ۶/۰۳\times۱۰^{-۴}\,m^۳$$

۳۹- یک کورد[1] عبارت است از حجمی از چوب بریده شده‌ای که برابر با تودهٔ چوبی به طول ۸ ft، عرض ۴ ft و ارتفاع ۴ ft است. $۱/۰\,m^۳$ چند کورد است؟ **SSM**

حل:

$$۱cord = (۴ft)(۴ft)(۸ft) = ۱۲۸\,ft^۳$$

$$۱cord = (۱۲۸\,ft^۳)(۲/۸۳۲\times۱۰^{-۲}\,m^۳/ft^۳) = ۳/۶۲\,m^۳$$

$$۱m^۳ = \frac{۱}{۳/۶۲}cord = ۰/۲۷۶\,cord$$

۴۰- یک مولکول آب ($H_۲O$) دارای دو اتم هیدروژن و یک اتم اکسیژن است. جرم اتم هیدروژن ۱/۰u و جرم یک اتم اکسیژن تقریباً ۱۶ u است. (الف) جرم یک مولکول آب برحسب کیلوگرم چقدر است؟ (ب) اگر جرم کل برآورد شدهٔ اقیانوسهای جهان $۱/۴\times۱۰^{۲۱}$ kg باشد، چند مولکول آب در آنها وجود دارد؟

حل: (الف) جرم یک مولکول آب برابر $M = ۱۶+۲ = ۱۸u$ در نتیجه

$$M = (۱۸u)\left(\frac{۱/۶۶۰۵۴۰۲\times۱۰^{-۲۷}\,kg}{۱u}\right) = ۲/۹۹\times۱۰^{-۲۶}\,kg$$

(ب) تعداد تقریبی مولکول‌های آب را می‌توان از تقسیم جرم کل بر جرم یک مولکول به دست آورد

$$N = \frac{۱/۴\times۱۰^{۲۱}}{۲/۸۹\times۱۰^{-۲۶}\,kg} = ۴/۷\times۱۰^{۴۶}$$

۴۱- یک تن اندازه‌ای از حجم است که معمولاً در بارگذاری کشتی به کار می‌رود، اما در استفاده از آن باید دقت کرد چون سه نوع تن وجود دارد: یک *تن جابه‌جایی* برابر است با ۷ بشکه، یک *تن باری* برابر است با ۸ بشکه، و یک تن سفارشی برابر است با ۲۰ بشکه. بشکه اندازهٔ دیگری از حجم است که $۰/۱۴۱۵\,m^۳ = ۱$ بشکه. فرض کنید یک محمولهٔ «۷۳ تنی» از ماده‌ای را در نظر گرفته باشید و مطمئن هستید که فروشنده درخواست مورد نظر را ارسال خواهد کرد ولی او «تن» را به معنای حجمی آن (به جای وزن یا جرم به صورتی که در فصل ۵ گفته خواهد شد) تلقی می‌کند. اگر منظور واقعی فروشنده تن جابه‌جایی باشد، و شما آن را را به صورت (الف) ۷۳ تن باری و (ب) ۷۳ تن سفارشی سفارش دهید، چند باشل امریکایی از این ماده، اضافی خواهید داشت؟ (باشل امریکا $۱m^۳ = ۲۸/۳۷۸$) **SSM**

حل: (الف)

$$\Delta V = (\text{تن باری - تن جابه‌جایی})(۷۳)(۰/۱۴۱۵)(۲۸/۳۷۸)$$
$$= (۸-۷)(۰/۱۴۱۵)(۲۸/۳۷۸)(۷۳) = ۲۹۳ \text{ باشل امریکایی}$$

(ب)

$$\Delta V = (\text{تن سفارش - تن جابجایی})(۰/۱۴۱۵)(۲۸/۳۷۸)(۷۳)$$
$$= (۲۰-۷)(۰/۱۴۱۵)(۲۸/۳۷۸)(۷۳) = ۳/۸۱\times۱۰^۳ \text{ باشل امریکایی}$$

۴۲- برای یک مهمانی بزرگ نوشابه در یک ظرف شیشه‌ای بزرگ با ابعاد داخلی (ارتفاع) $۴۰cm\times۴۰cm\times۳۰cm$ تهیه می‌شود. در آغاز ظرف تا لب پر می‌شود. نوشابه را می‌توان در بطریهایی که ابعاد آنها در جدول داده شده است خریداری کرد. خرید یک بطری بزرگ به جای چند بطری کوچک قیمت کلی نوشابه را کم می‌کند. برای کم کردن قیمت (الف) کدام اندازه بطری و چه تعداد باید خریداری شود و اگر ظرف پر شود، چقدر نوشابه برحسب (ب) بطری استاندارد و (پ) لیتر باقی می‌ماند؟

۱ بطری استاندارد
۱ مگنیوم[2] = ۲ بطری استاندارد
۱ جرابوم[3] = ۴ بطری استاندارد
۱ رهوبوم[4] = ۶ بطری استاندارد
۱ متوسلا[5] = ۸ بطری استاندارد
۱ سلمانازار[6] = ۱۲ بطری استاندارد
۱ بالتازار[1] = ۱۶ بطری استاندارد = ۱۱/۳۵۶ L

---

1. cord
2. magnum
3. jeroboam
4. rehoboam
5. methuselah
6. salmanzar

۱ نبوچادنزار[2] = ۲۰ بطری استاندارد

حل: (الف) حجم یک بطری استاندارد V_0 را با استفاده از بطری بالتازار به دست می‌آوریم

$$V_0 = 0/7098\,lit \qquad 11/356\,lit = 16V_0$$

بررسی می‌کنیم که حجم ظرف شیشه‌ای بزرگ شامل چه تعداد بطری استاندارد است.

$$V = nV_0 \Rightarrow (40)(40)(30) = n(0/7098)$$

$$n = 67/6$$

برای اینکه ارزانترین قیمت به دست آید بزرگترین بطری را انتخاب می‌کنیم یعنی سه بطری نبوچادنزار و یک بطری متوسلا مورد نیاز است.

(ب) مقدار نوشابه‌ای برحسب بطری استاندارد باقی می‌ماند برابر است با

$$8 - 7/63 = 0/37$$

(پ) این حجم برحسب لیتر برابر است با

$$\Delta V = (0/37)(0/7098) = 0/26\,lit$$

۴۳- ضلع یک حبه قند ۱ cm است. اگر در یک جعبهٔ مکعبی شکل یک مول قند حبه بریزید، طول ضلع جعبه چقدر خواهد بود؟ (یکا $6/02\times10^{23}$ = یک مول).

حل:

$$V = (6/02\times10^{23}\ \text{تعداد مول})(1cm^3) = 6/02\times10^{23}\ cm^3$$

حجم مکعب برابر $V = a^3$ است در نتیجه

$$a = (V)^{\frac{1}{3}} = (6/02\times10^{23})^{\frac{1}{3}} = 8/44\times10^{7}\ cm$$

۴۴- با استفاده از تبدیلهای داده شده در متن چه تعداد اتمهای هیدروژن برای به دست آوردن $1/0\,kg$ هیدروژن لازم است؟ جرم اتم هیدروژن $1/0\,u$ است.

حل: داریم $1u = 1/66\times10^{-27}\ kg$ ، لذا تعداد اتم‌های هیدروژن در یک کیلوگرم برابر است با

$$N = \frac{1\,kg}{1/66\times10^{-27}\,kg} = 6/02\times10^{26}$$

۴۵- یکای نجومی (AU) عبارت است از میانگین فاصلهٔ بین زمین و خورشید و تقریباً برابر با $1/50\times10^{8}\ km$ است. تندی نور تقریباً $3/0\times10^{8}\ m/s$ است. تندی نور را برحسب یکای نجومی بر دقیقه بیان کنید. **SSM**

حل:

$$C = \left(\frac{3\times10^{8}\ m}{1\ s}\right)\left(\frac{1\ km}{1000\ m}\right)\left(\frac{1AU}{1/50\times10^{8}\ km}\right)\left(\frac{60 s}{1\ min}\right)$$

$$= 0/12\,AU/min$$

1. balthazar
2. nebuchadnezzar

۴۶- بر شهر مسئله ۹ چه جرمی از آب فرو می‌بارد؟ جرم یک متر مکعب آب برابر با $1/0\times10^{3}\ kg$ است.

حل:

$$V = (26\,km^2)\left(\frac{1000\,m}{1km}\right)^2(2/0\,in)\left(\frac{0/0254\,m}{1in}\right)$$

$$= 1/32\times10^{6}\ m^3$$

۴۷- در یک پرهیز غذایی شخصی $2/3\,kg$ در هفته وزن کم می‌کند. آهنگ از دست دادن جرم را برحسب میلی‌گرم بر ثانیه بیان کنید، در صورتی که شخص کم شدن جرم را ثانیه به ثانیه احساس کند.

حل: تعداد ثانیه‌ها در هفته برابر $n = (7)(24)(3600) = 604800s$ است لذا

$$\text{آهنگ از دست دادن جرم} = \frac{(2/3\times10^{6}\ mg)}{(604800s)} = 3/8\,mg/s$$

۴۸- نسبت غلات- دام یک عبارت مالی است که در خرید و فروش دام مورد استفاده قرار می‌گیرد و به قیمت تغذیه‌ای یک دام مربوط می‌شود که به اندازهٔ کافی باید بزرگ شود تا به فروش برسد. این به صورت نسبت قیمت فروش دام با جرم ۱۴۶۰ اسلاگ[3] به قیمت فروش یک باشل امریکایی غلات تعریف می‌شود. (کلمه «اسلاگ» از کلمهٔ قدیمی آلمانی به معنای «زدن» گرفته شده است؛ معنی مشابهی برای «اسلاگ» به عنوان یک فعل انگلیسی جدید وجود دارد.) یک باشل امریکا برابر با ۳۵/۲۳۸ L است. اگر نسبت تغذیه- دام در فروشگاهی ۵/۷ نوشته شده باشد، برحسب یکاهای متریک نسبت زیر چقدر می‌شود

$$\frac{\text{قیمت یک کیلوگرم دام}}{\text{قیمت یک لیتر ذرت}}\ ?$$

(*راهنمایی:* به جدول جرم در پیوست ت نگاه کنید.)

حل:

$$\frac{\text{قیمت دام}\ 1460\,slug}{\text{قیمت غله}\ U.S.Bushel} = 5/7$$

$$\Rightarrow \frac{\text{قیمت دام}\ (1460\,slug)(14/59\,kg/slug)}{\text{قیمت غله}\ 35/238\,lit} = 5/7$$

در نتیجه داریم

$$\frac{\text{قیمت یک کیلوگرم دام}}{\text{قیمت یک لیتر تغذیه}} = \frac{(5/7)(35/238)}{(1460)(14/59)} = 0/0094$$

۴۹- به مناسبت جشن غذای مکزیکی برای ۴۰۰ نفر باید شام تهیه شود. برای هر میزی دو فلفل جالاپنو[4] گذاشته می‌شود (یک عدد برای هر نفر). با این وجود فرض کنید که فقط یک فلفل هابانرو[5] در اختیار باشد. تندی فلفل برحسب *یکای اسکویل*

3. slug
4. jalapeno
5. habanero

اسکویل هیت[1] (SHU) اندازه‌گیری می‌شود. به طور میانگین یک فلفل جالاپنو دارای تندی ۴۰۰۰SHU و تندی فلفل هابانرو دارای تندی ۳۰۰۰۰۰SHU است. برای رسیدن به یک تندی مطلوب چند فلفل هابانرو را باید با فلفل جالاپنو مخلوط کرد تا برای ۴۰۰ نفر شام تهیه شود؟

حل: مقدار کل تندی (SHU) مورد نیاز برابر است با

$$(۲)(۴۰۰۰)(۴۰۰)=۳۲\times ۱۰^{۵}\ \text{SHU}$$

تعداد فلفل‌های هابانرو برابر است با

$$\frac{۳۲\times ۱۰^{۵}}{۳\times ۱۰^{۵}}=۱۰/۷$$

۵۰- یکای مساحت که اغلب برای اندازه‌گیری مساحت زمین به‌کار می‌رود *هکتار* است که به صورت $۱۰^{۴}\ m^{۲}$ تعریف شده است. در هر سال ۷۵ هکتار زمین تا عمق ۲۶ m از یک معدن زغال سنگ رو باز کنده می‌شود. در این فاصله زمانی برحسب کیلومتر مکعب چه حجمی از زمین برداشته شده است؟

حل: حجمی که در یک سال برداشته می‌شود برابر است با

$$V=(۷۵\times ۱۰^{۴}\ m^{۲})(۲۶m)=۱/۹۵\times ۱۰^{۷}\ m^{۳}$$

$$=(۱/۹۵\times ۱۰^{۷}\ m^{۳})\left(\frac{۱km}{۱۰۰۰m}\right)^{۳}=۱/۹۵\times ۱۰^{-۲}\ km^{۳}$$

۵۱- (الف) یکایی از زمان که گاه در فیزیک میکروسکوپی به‌کار می‌رود یک *شیک*[2] برابر با $۱۰^{-۸}\ s$ است. آیا شیکهای یک ثانیه بیشتر است یا ثانیه‌های یک سال؟ (ب) بشر تقریباً از $۱۰^{۶}$ سال پیش وجود داشته است، ولی جهان $۱۰^{۱۰}$ سال پیشینه دارد. اگر عمر جهان یک «روز جهانی» تعریف شود، یک روز جهانی همان‌طور که روز معمولی شامل ثانیه‌های معمولی است از «ثانیه‌های جهانی» تشکیل شده است. بشر چند ثانیهٔ جهانی وجود داشته است؟

حل: (الف) تعداد شلیک در هر ثانیه برابر $۱۰^{۸}$ است و در یک سال تعداد $۳/۱۵۶\times ۱۰^{۷}$ ثانیه وجود دارد پس تعداد شیک در هر ثانیه بیشتر است.

(ب) می‌توان نسبت زیر را به کار برد.

$$\frac{۱۰^{۱۰}}{۸۶۴۰۰}=\frac{۱۰^{۶}}{t}\Rightarrow t=۸/۶\ \text{ثانیه جهانی}$$

۵۲- جهت تمایز بین قدیم و جدید و بین بزرگ و کوچک موارد زیر را درنظر بگیرید: در روستاهای قدیم انگلیس یک هاید[3] (مساحتی بین ۱۰۰ و ۱۲۰ جریب) مساحت زمینی بود که برای ادارهٔ یک خانواده با یک گاو آهن به مدت یک سال لازم بود. (مساحت یک جریب برابر با $۴۰۴۷m^{۲}$ است.) هم چنین یک واپن تیک[4] مساحت زمینی بود که برای ۱۰۰ خانواده از این نوع مورد نیاز بود. در فیزیک کوانتومی مساحت سطح مقطع یک هسته (که با احتمال برخورد و جذب یک ذره توسط آن تعریف می‌شود) برحسب یکای بارن[5] اندازه‌گیری می‌شود، که ۱ بارن برابر با $۱\times ۱۰^{-۲۸}\ m^{۲}$ است. (در اصطلاح فیزیک هسته‌ای، اگر هسته‌ای «بزرگ» باشد، آنگاه پرتاب ذره‌ای به طرف آن مانند پرتاب گلوله‌ای در یک انبار کاه خواهد بود، که مشکل است به آن نخورد.) نسبت ۲۵ واپن تیک به ۱۱ بارن چقدر است؟

حل: نماد Hi را برای هاید، ac را برای جریب و Wa را برای واپن تیک در نظر می‌گیریم

$$\frac{۲۵\,Wa}{۱۱barn}=\frac{(۲۵\,Wa)\left(\frac{۱۰۰hi}{۱Wa}\right)\left(\frac{۱۱۰ac}{۱hi}\right)\left(\frac{۴۰۴۷m^{۲}}{۱ac}\right)}{(۱۱barn)\left(\frac{۱۰^{-۲۸}\ m^{۲}}{۱\ barn}\right)}$$

$$=۱/۰۱۲\times ۱۰^{۳۶}$$

۵۳- یکای سنتی طول در ژاپن کن[6] است $(۱ken=۱/۹۷m)$. نسبتهای (الف) کن مربع به متر مربع، و (ب) کن مکعب به متر مکعب چقدر است؟ حجم یک مخزن استوانه‌ای آب به ارتفاع ۵/۵۰ کن و شعاع ۳/۰۰ کن برحسب (پ) کن مکعب و (ت) متر مکعب چقدر است؟

حل: (الف)

$$\frac{(۱ken)^{۲}}{(۱m)^{۲}}=\frac{(۱/۹۷m)^{۲}}{(۱m)^{۲}}=۳/۸۸$$

(ب)

$$\frac{(۱ken)^{۳}}{(۱m)^{۳}}=\frac{(۱/۹۷m)^{۳}}{(۱m)^{۳}}=۷/۶۵$$

(پ)

$$V=\pi r^{۲}h=(۳/۱۴)(۳/۰۰ken)^{۲}(۵/۵۰ken)=۱۵۵/۴۵ken^{۳}$$

(ت) $V=۱۵۵/۴۵(۷/۶۵)=۱۱۸۸/۲۶\ m^{۳}$

۵۴- دستورهایی از ملوانی که ۲۴/۵mi در شرق شما قرار دارد جهت نجات کشتی دریافت می‌کنید. با این وجود وقتی غواصها اقیانوس را در محل گفته شده جستجو می‌کنند و هیچ اثری از کشتی نمی‌یابند، به منبع اطلاعاتی خود رجوع می‌کنید، معلوم می‌شود که فاصلهٔ ارسال ۲۴/۵ *مایل دریایی* بوده نه مایل عادی. با استفاده از جدول پیوست ت فاصلهٔ افقی از ملوان کشتی را برحسب کیلومتر محاسبه کنید.

حل:

۱mil دریایی $=۱/۸۵۲km$ ۱mil معمولی $=۱/۶۰۹km$

$$\Delta x=(۲۴/۵)(۱/۶۰۹-۱/۸۵۲)=-۵/۹۵km$$

1. Scoville heat unit
2. shake
3. hide
4. wapentake
5. barn
6. ken

علامت منفی به این معنی است که باید به این مقدار به عقب برگردند.

۵۵- یک راه پلهٔ خانگی پله‌هایی به بلندی (ارتفاع) ۱۹ cm و جای پای (ژرفای افقی) ۲۳ cm دارد. بررسیها نشان می‌دهند که اگر جای پای پله به جای ۲۳ cm ، ۲۸ cm باشد، پله‌ها برای بالا رفتن ایمن‌تر خواهند بود. اگر این تغییرات را در جای پای پله‌ها انجام دهیم، برای یک راه پله با ارتفاع کل ۴/۵۷ m پله در اتاق چقدر بیشتر جلو می‌رود؟

حل:

$$\text{تعداد پله‌ها}\quad N=\frac{۴/۵۷\,m}{۰/۱۹\,m}=۲۴$$

افزایش پهنای هر پله برابر ۵cm = ۲۳ − ۲۸ می‌شود، لذا گسترش پایهٔ پلکان بر روی کف برابر است با

$$L=(۲۴)(۵\,cm)=۱۲۰\,cm=۱/۲\,m$$

۵۶- جرم یک موش کور (mole) نوعاً ۷۵ g است که متناظر با تقریباً ۷/۵ مول اتم است. (یک مول اتم $۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$ اتم دارد). برحسب یکای اتمی (u) جرم میانگین اتمهای موش چقدر است؟

حل:

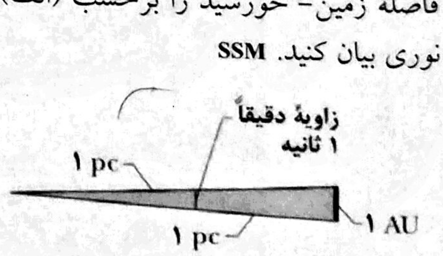
$$m=۷۵\,g=۰/۰۷۵\,kg \qquad ۱u=۱/۶۶\times۱۰^{-۲۷}\,kg$$

$$\text{تعداد اتم}=۷/۵\times۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}=۴/۵۱۵\times۱۰^{۲۴}\,\text{Atom}$$

$$\text{جرم هر اتم}=\frac{۰/۰۷۵}{۴/۵۱۵\times۱۰^{۲۴}}=۰/۰۱۶۶\times۱۰^{-۲۴}=۱/۶۶\times۱۰^{-۲۲}\,kg/atm$$

$$\text{جرم برحسب u}=\frac{۱/۶۶\times۱۰^{-۲۲}\,kg/atm}{۱/۶۶\times۱۰^{-۲۷}\,kg}=۱\times۱۰^{۵}\,u$$

۵۷- *یکای نجومی* (AU) برابر با میانگین فاصلهٔ زمین تا خورشید و تقریباً $۹۲/۹\times۱۰^{۶}$ mi است. یک *پارسک*[1] (pc) مسافتی است که ۱ AU با زاویه‌ای دقیقاً برابر با ۱ ثانیهٔ قوسی در برگرفته می‌شود. (شکل ۱-۸). یک *سال نوری* (ly) مسافتی است که نور در خلأ با تندی ۱۸۰۰۰۰mi/s در مدت ۱/۰ سال می‌پیماید. فاصلهٔ زمین- خورشید را برحسب (الف) پارسک و (ب) سال نوری بیان کنید. **SSM**



شکل ۱-۸ مسئلهٔ ۵۷

حل: (الف)

$$\theta=1''=\frac{۱}{۳۶۰۰}\,\text{درجه}=۴/۸۵\times۱۰^{-۶}\,rad$$

1. parsec

یک پارسک چنین است

$$S=R_{\circ}\theta\Rightarrow R_{\circ}=\frac{S}{\theta}=\frac{1AU}{۴/۸۵\times۱۰^{-۶}}=۲/۰۶\times۱۰^{۵}\,AU$$

در نتیجه

$$d=(1AU)\left(\frac{1PC}{۲/۰۶\times۱۰^{۵}\,AU}\right)=۴/۹\times۱۰^{-۶}\,PC$$

(ب)

$$1ly=(۱۸۶۰۰۰\,mil/s)(۳/۱۶\times۱۰^{۷}\,s)=۵/۹\times۱۰^{۱۲}\,mil$$

$$d=\frac{۹۲/۹\times۱۰^{۶}}{۵/۹\times۱۰^{۱۲}}=۱/۶\times۱۰^{-۵}\,ly$$

۵۸- در خرید غذا برای یک گردهمایی به جای صدف خوراکی پاک کردهٔ آتلانتیک (که در هر پینت[2] امریکا ۸ تا ۱۲ صدف وجود دارد) صدف خوراکی پاک کردهٔ پاسیفیک (که هر پینت آن شامل ۲۶ تا ۳۸ صدف است) سفارش داده می‌شود. ظرفی که صدف خوراکی در آن ریخته و ارسال می‌شود دارای ابعاد داخلی ۱/۰ m×۱۲cm×۲۰cm است و پینت امریکا معادل با ۰/۴۷۳۲ لیتر است. چه تعداد صدف خوراکی باید سفارش داده شود؟

حل: حجم ظرف برابر است با

$$V=(1m)(۱۲\times۱۰^{-۲}\,m)(۲۰\times۱۰^{-۲}\,m)\left(\frac{1pint}{۰/۴۷۳۲\times۱۰^{-۳}\,m^{۳}}\right)=۵۰/۷۱\ \text{امریکایی Pint}$$

کمینه اختلاف تعداد بر پینت امریکایی برابر ۱۸=۸−۲۶ و بیشینه آن برابر ۲۶=۱۲−۳۸ است، در نتیجه کمینهٔ اختلاف و بیشینهٔ اختلاف تعداد صدفها عبارتند از

$$\Delta n_{\min}=(۵۰/۷۱\,pint)\left(\frac{۱۸}{pint}\right)=۹۱۳$$

و

$$\Delta n_{\max}=(۵۰/۷۱\,pint)\left(\frac{۲۶}{pint}\right)=۱۳۱۹$$

۵۹- کوبیت[3] یکای قدیمی طول مبتنی بر فاصلهٔ بین آرنج و نوک انگشت میانی است. فرض کنید که این فاصله در گسترهٔ ۴۳ تا ۵۳ سانتی‌متر قرار دارد و فرض کنید که در یک نقاشی قدیمی طول یک ستون استوانه‌ای ۹ کوبیت و قطر آن ۲ کوبیت باشد. در گسترهٔ گفته شده کمترین مقدار و بیشترین مقدار به ترتیب برای (الف) طول استوانه برحسب متر، (ب) طول ستون برحسب میلی‌متر و (پ) حجم استوانه برحسب متر مکعب چقدر است؟

حل: (الف)

$$L_{\min}=(۹)(۴۳\times۱۰^{-۲})=۳/۸۷\,m$$
$$L_{\max}=(۹)(۵۳\times۱۰^{-۲})=۴/۷۷\,m$$

(ب)

$$L_{\min}=۳/۸۷\times۱۰^{۳}\,mm \quad \text{و} \quad L_{\max}=۴/۷۷\times۱۰^{۳}\,mm$$

2. pint
3. cubit

(پ) $V = \pi r^{۲} L$

$V_{min} = [(۳/۱۴)(۱)(۹)](۴۳\times ۱۰^{-۲}) = ۲/۲۴\, m^{۳}$

$V_{may} = [(۳/۱۴)(۱)(۹)](۵۳\times ۱۰^{-۲}) = ۴/۲۰\, m^{۳}$

۶۰- در یک کتاب آشپزی قدیمی طرز تهیهٔ سوپ نوعی گزنه به این صورت است: مقدارهای زیر از آب‌گوشت را بجوشانید: «یک فنجان صبحانه به علاوهٔ یک فنجان چایخوری به علاوهٔ ۶ قاشق غذا خوری به علاوهٔ ۱ قاشق مربا خوری. با استفاده از دستکش سر گزنه‌ها را جدا کنید تا اینکه مقدار آن به ۰/۵ کوارت برسد و سر گزنه‌ها را به مایع در حال جوش اضافه کنید. ۱ قاشق غذا خوری برنج پخته و ۱ قاشق مخصوص، نمک به آن اضافه کنید و بگذارید ۱۵ دقیقه بجوشد.» در جدول ضریبهای تبدیل مقیاس قدیمی انگلیسی و مقیاس متعارف امریکا پیش از متریک داده شده است. (این مقیاسها نسبت به متریک موجب خنده است.) برای مایعها داریم، ۱ قاشق چایخوری امریکایی = ۱ قاشق چایخوری انگلیسی. برای جامدها ۲ قاشق چایخوری امریکایی = ۱ قاشق چایخوری انگلیسی و ۱ کوارت امریکایی = ۱ کوارت انگلیسی. برحسب مقیاس امریکایی چقدر (الف) مایع اولیه، (ب) سر گزنه، (پ) برنج و (ت) نمک برای این طرز تهیه لازم است؟

مقیاسهای قدیمی انگلیسی	مقیاسهای امریکایی
قاشق چایخوری = ۲ قاشق مخصوص نمک	قاشق غذاخوری = ۳ قاشق چایخوری
قاشق مرباخوری = ۲ قاشق چایخوری	نصف فنجان = ۸ قاشق غذاخوری
قاشق غذاخوری = ۲ قاشق مرباخوری	فنجان = ۲ نیمه فنجان
فنجان چایخوری = ۸ قاشق غذاخوری	
فنجان صبحانه = ۲ فنجان چایخوری	

حل: (الف) ابتدا تعداد قاشق چایخوری انگلیسی را به دست می‌آوریم

۱ فنجان صبحانه $= ۲\times ۸\times ۲\times ۲ = ۶۴$ قاشق چایخوری

۱ فنجان چای $= ۸\times ۲\times ۲ = ۳۲$ قاشق چایخوری

۶ قاشق غذاخوری $= ۶\times ۲\times ۲ = ۲۴$ قاشق چایخوری

۱ قاشق مرباخوری $= ۲$ قاشق چایخوری

در نتیجه ۱۲۲ قاشق چایخوری انگلیسی مورد نیاز است. از طرفی برای مایعات یک قاشق چایخوری انگلیسی برابر یک قاشق چایخوری امریکایی است، لذا همین مقدار قاشق چایخوری است در نتیجه داریم $(۱۲۲)/(۴۸) = ۲/۵۴$ و بیانگر این است که ۲/۵ فنجام امریکایی بعلاوه ۲ قاشق چایخوری امریکایی مایع مورد نیاز است.

(ب) نیم کوارت امریکایی سرگزنه.

(پ) ۸ قاشق چایخوری امریکایی برنج پخته.

(ت) ۱ قاشق چایخوری امریکایی نمک.